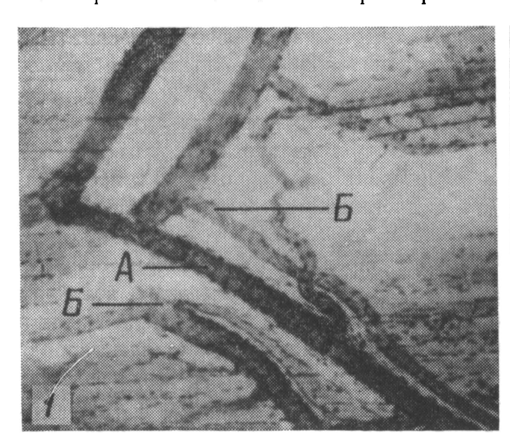
УДК 591.415:591.473.31

Л. А. Антоненко

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА МЫШЦ ПРЕДПЛЕЧЬЯ НЕКОТОРЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ

Цель нашего исследования — изучить микроциркуляторное русло мышц-антагонистов предплечья ряда позвоночных и определить главное направление его изменения в процессе эволюционного усложнения организмов.

В сравнительно-анатомическом аспекте микроциркуляторное русло скелетных мышц изучали К. А. Шошенко (1963, 1975), С. Ф. Иванова (1969, 1970), С. Ф. Иванова и Р. И. Кузнецов (1970), С. Ф. Иванова и Р. Е. Филипченко (1970). Однако как в указанных, так и в других работах основное внимание уделено определению только некоторых количественных параметров капиллярной сети скелетных мышц. Густота



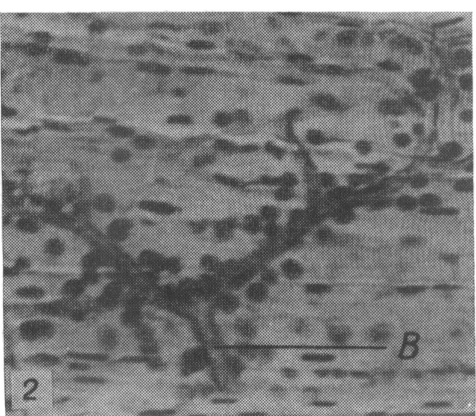


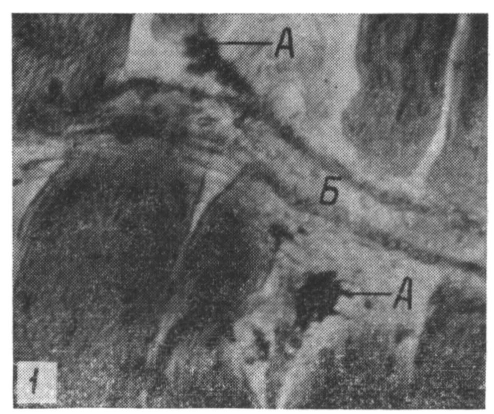
Рис. 1. Разгибатель пальцев человека (импрегнация серебром по Куприянову): *1* — артериола (*А*), сопровождаемая венулами (*Б*) (×35); *2* — конечное ветвление прекапилляра (*В*) (×100).

и характер структуры капиллярных полей скелетных мышц, в частности мышц конечностей, изучены недостаточно. Мы исследовали представителей амфибий (*Rana temporaria*), рептилий (*Emys orbicularis*), птиц (*Columba livia*), млекопитающих (*Canis familiaris, Oryctolagus cuniculus*) и человека. Объектами исследования служили мышцы-сгибатели (m. flexor digitorum superficialis или m. palmaris longus — у лягушки) и разгибатели (m. extensor digitorum) пальцев, а у голубя — лучевые (m. extensor metacarpi radialis) и локтевые (m. ext. met. ulnaris и m. flexor carpi ulnaris) мышцы предплечья.

Инъекции капиллярной сети различными массами и серебрение проводили по Куприянову и по Рассказовой. Данные обработаны статистически. Изучено 46 мышц.

Установлено, что в мышцах млекопитающих четко представлены кубические каркасы терминальных артерий и артериол, причем не везде они имеют правильную геометрическую форму. В мышцах холоднокровных такого каркаса нет ни на уровне артериол, ни прекапилляров, зато здесь более широкие и прямолинейные (магистральные) капилляры, которые образуют сеть неправильной геометрической формы с прекапиллярами и артериолами.

Артериолы, сопровождаемые 1—2 венулами (рис. 1, *1*) и нервным стволом, обычно расположены вдоль мышечных волокон или под острым углом к ним. В соединительной ткани холоднокровных вдоль сосудов и нервов лежат меланофоры (рис. 2, *1*). Они



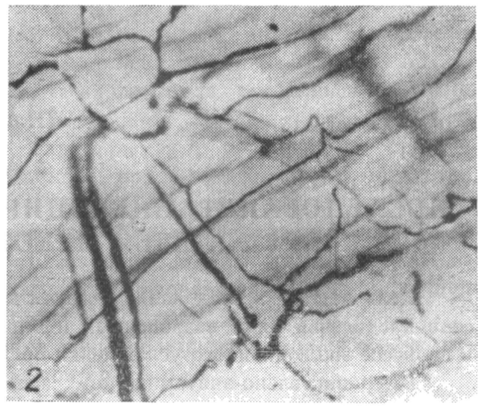
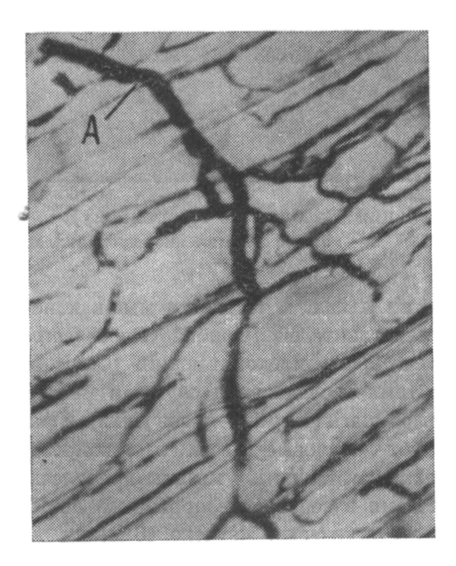


Рис. 2. Длинная ладонная мышца лягушки:
1 — меланофоры (*А*) вокруг артериолы (*Б*) (импрегнация серебром по Куприянову, ×100); *2* — общий вид капиллярной сети (инъекция черной тушью, ×35).

найдены и в местах отхождения прекапилляров, там же небольшое скопление мышечных клеток. Небольшое сужение просвета посткапилляров мы видели и в местах впадения их в венулу. Однако ни на одном препарате не наблюдали клапанов в посткапиллярах и венулах. Во многих случаях отходящие от терминальных артерий артериолы образуют с магистралью вначале тупые, затем прямые и острые углы. Это же наблюдается при отхождении прекапилляров от артериол. Артериолы, как и прекапилляры, ветвятся по магистральному (рис. 3), а в дистальном отделе — по рассыпному типу (рис. 1, *2*). Аналогичен ход посткапилляров и венул.



Прекапилляры (и посткапилляры) ориентированы по отношению к мышечным волокнам под прямым или острым углом. Образование и ветвление прекапилляров и посткапилляров у лягушки почти не отличаются. Для черепахи характерно появление расширений в местах впадания капилляров. Венозные капилляры перед впадением в посткапилляры сливаются по 4 и более и образуют толстые короткие стволы. У голубя венозные капилляры, не соединяясь, впадают в посткапилляры, образуя густые «кисточки». От того, что у голубя артериальные капилляры делятся последовательно, а венозные не сливаются, впечатление значительного преобладания венозной сети.

Рис. 3. Ветвление прекапилляра поверхностного сгибателя пальцев кролика (инъекция черной тушью, ×100).

Для мышц теплокровных характерно значительное развитие посткапилляров, которые располагаются под большим углом, более отвесно по отношению к мышечным волокнам, чем прекапилляры. В местах впадения капилляров отмечаются расширения посткапилляров. Капилляры млекопитающих, в отличие от голубя, перед впадением в посткапилляры сливаются, образуя меньшей пышности «кисточки».

Диаметры посткапилляров превышают диаметры прекапилляров равно, как и диаметры венул превышают диаметры артериол. У теплокровных пре- и посткапилляры периферическими концами удаляются друг от друга и соединяются между собой

только петлями капилляров. У холоднокровных капилляры, отходящие от прекапилляров, минуя расположенный рядом капилляр, вливаются в следующий, причем не обязательно относящийся к системе той же артериолы и венулы. У теплокровных капиллярная сеть отдельных артериол относительно автономна. Взаимопроникновение пре- и посткапилляров в систему соседних артериолы и венул не отмечается.

Капиллярная сеть мышц носит магистральный характер (Мчедлишвили, 1958), и продольно идущие капилляры соединяются поперечными анастомозами. Расстояние между продольными петлями равно толщине мышечных волокон. Наиболее редкая сеть у лягушки (толщина волокон 69,14±1,76 мкм) (рис. 2, *2*) и наиболее густая у голубя (24,34±0,51 мкм) (рис. 4). По убыванию диаметра капилляров изученных

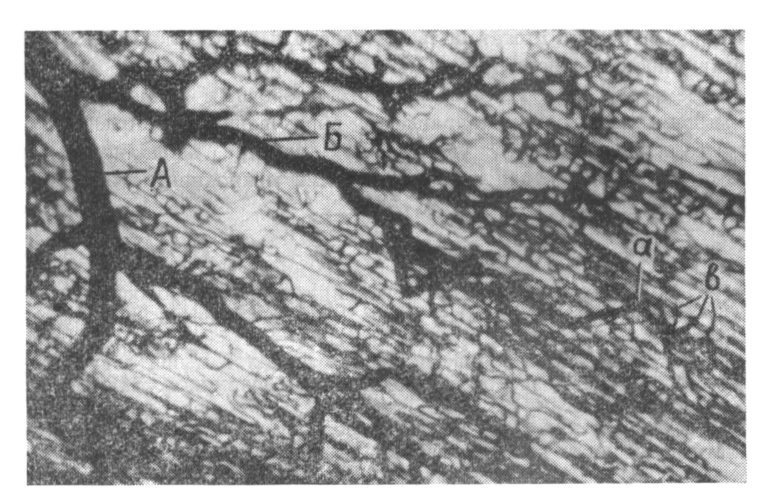


Рис. 4. Общий вид капиллярной сети локтевого разгибателя пясти голубя (инъекция черной тушью, ×35):
А — терминальная артерия; *Б* — артериола.

позвоночных можно расположить в следующем порядке: лягушка, черепаха, кролик, голубь, человек, собака. Капилляры холоднокровных имеют относительно равномерный просвет, но иногда контуры их неровные, есть небольшие сужения. Наиболее высокие коэффициенты вариации диаметра капилляров мы отмечаем у человека и собаки.

Ячейки капиллярной сети холоднокровных прямоугольные, с относительно небольшим количеством поперечных анастомозов. У голубя артериальные капилляры вытянуты вдоль волокон и из-за частых анастомозов и делений приближаются к сетевидной форме. Причем в местах деления капилляров и прекапилляров наблюдаются расширения 3 или 4-угольной формы. Венозная часть капиллярного русла голубя ориентирована перпендикулярно мышечным волокнам. У млекопитающих капиллярная сеть с прямоугольными ячейками и с большим числом анастомозов, продольно лежащие капилляры обычно извиты. Лишь у человека продольные капилляры извиты очень редко.

Различия в величине просвета венозных и артериальных капилляров у лягушки несущественны ($p>0,05$) и статистически достоверны для других организмов. Максимальны эти различия у голубя и человека ($p<0,001$). Длину капилляров мы определяли от пре- до посткапилляра. Максимальна она у лягушки (843,750±16,249 мкм) и минимальна у голубя (140,750±7,516 мкм).

Нами не обнаружено существенных различий в строении микроциркуляторного русла различных мышц данной особи. Зато эти различия четко определяются между животными разных классов и даже видов. Самые короткие капилляры, самая густая капиллярная сеть мышц голубя свидетельствуют о наиболее высоком уровне обмена веществ, а параметры капиллярной сети лягушки — признак низкого уровня обмена

веществ. Для мышц крупных млекопитающих (собака, человек) характерны высокие коэффициенты вариации диаметра капилляров, т. е. наличие у них капилляров различного диаметра (открытых, плазматических). Для мышц мелких позвоночных характерно более полное открытие капилляров.

Наши данные позволяют определить в качестве модуля сосудистой сети скелетных мышц участок мышечной ткани, пронизанный отходящими во все стороны пост- и прекапиллярами одной артериолы и венулы. Пост- и прекапилляры соединяются между собой продольно идущими капиллярами, которые по краю модуля образуют дуги. Диаметр этой структуры равен двум длинам пре- и посткапилляров, а длина несколько превышает длину артериолы. Данные структуры конической формы, функционально относительно автономны, т. к. она имеет свой нервный пучок (Мыцкан, 1977). Это определение не может быть применено к холоднокровным, т. к. у них отмечается взаимопроникновение пре- и посткапилляров в соседние модули.

Мы считаем, что в процессе эволюции позвоночных микроциркуляторное русло скелетных мышц изменялось в направлении образования обособленных морфо-функциональных единиц (модулей), уменьшения диаметра капилляров, формирования различий между артериальной и венозной частями микроциркуляторного русла и преобладания последней.

ЛИТЕРАТУРА

Иванова С. Ф. К вопросу о характере капиллярного кровоснабжения скелетных мышц у различных животных.— В кн.: Вопр. экологич. физиологии, биохимии и морфологии. Новосибирск : Наука, 190, с. 47—51.

Иванова С. Ф. Особенности кровоснабжения легких и мышц лягушек.— В кн.: Матер. IV науч. конф. физиологов, биохимиков и фармакол. Зап.-Сиб. объед., 1969, т. 1, Красноярск, с. 131—135.

Иванова С. Ф., Кузнецов В. И. Особенности капиллярного кровоснабжения в скелетных мышцах ящериц, варанов и черепах.— В кн.: Физиологические механизмы адаптации животных в условиях засушливых и аридных зон. Новосибирск : Наука, 1970, с. 60—66.

Иванова С. Ф., Филипченко Р. Е. О плотности кровесносных капилляров в скелетных мышцах песчанок и сусликов.— В кн.: Физиологические механизмы адаптаций животных в условиях засушливых и аридных зон. Новосибирск : Наука, 1970, с. 40—48.

Мчедлишвили Г. И. Капиллярное кровообращение.— Тбилиси : Мицниереба, 1958.— 186 с.

Мыцкан Б. М. Архитектоника капиллярного русла в зоне мионевральных синапсов.— Арх. АГЭ, 1977, 12, с. 45—48.

Шошенко К. А. О количестве капилляров в скелетных мышцах лягушки.— Изв. Сибир. отд. АН СССР, 1963, вып. 1, с. 86—88.

Шошенко К. А. Кровеносные капилляры.— Новосибирск : Наука, 1975.— 375 с.

Одесский мединститут

Поступила в редакцию
2.X 1978 г.

УДК 591.174:599.4

М. Ф. Ковтун

К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ МЕЖПАЛЬЦЕВОЙ ПЕРЕПОНКИ В ФИЛОГЕНЕЗЕ РУКОКРЫЛЫХ (CHIROPTERA)

Мнение о том, что рукокрылые (Chiroptera) на пути эволюции к активному, машущему полету прошли стадию планирования, является общепринятым и вошло в учебники зоологии и справочную литературу по рукокрылым. При этом предполагается, что их летательная перепонка, как и перепонка планирующих млекопитающих, является производным боковой складки туловища (Makalister, 1872; Levy, 1912; Кап-